
L'apport de la géomatique aux nouvelles recherches archéologiques en Asie centrale

Gourguen Davtian



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/asiecentrale/2092>

ISSN : 2075-5325

Éditeur

Éditions De Boccard

Édition imprimée

Date de publication : 1 septembre 2013

Pagination : 573-585

ISBN : 978-2-7018-0347-0

ISSN : 1270-9247

Référence électronique

Gourguen Davtian, « L'apport de la géomatique aux nouvelles recherches archéologiques en Asie centrale », *Cahiers d'Asie centrale* [En ligne], 21/22 | 2013, mis en ligne le 30 septembre 2014, consulté le 01 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/asiecentrale/2092>

L'apport de la géomatique aux nouvelles recherches archéologiques en Asie centrale

Gourguen DAVTIAN¹

Résumé

L'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG) en archéologie contribue largement au renouvellement de la réflexion sur les interactions société / espace et société / environnement, tant du point de vue des résultats obtenus que de la manière de les obtenir ; elle influe sur les processus d'élaboration du raisonnement archéologique. Les SIG s'inscrivent dans la démarche générale d'informatisation qui a pour conséquence la dématérialisation de l'enregistrement des données et de leur traitement. Ce phénomène concerne l'ensemble du processus de construction de la connaissance en archéologie, du terrain à la publication.

Mots-clés

Géomatique, télédétection, GPS, cartographie, SIG.

Abstract

The use of GIS in archaeology contributes largely to renew reflection on the interaction between society / space and society / environment both in terms of results obtained and in the manner of obtaining them; it affects the development process of archaeological reasoning. GIS is part of the computerization general approach that has resulted in the dematerialization of data recording and processing. This involves the entire process of building knowledge in archaeology, from the field to publication.

573

Keywords

Geomatics, remote sensing, GPS, cartography, SIG.

Le nombre d'informations disponibles pour l'homme ne cesse de croître depuis de nombreux siècles. Il a cherché et développé au cours du temps des technologies et des méthodes de plus en plus performantes afin de produire plus efficacement des outils, des biens de consommation ou afin de voyager plus rapidement. Chaque découverte engendrait son lot d'informations consignées sur différents supports permettant d'en conserver une trace en vue de les faire partager. Ces informations concernaient en particulier les événements ou les détails remarquables du territoire.

1. **Gourguen Davtian** est ingénieur de recherche au CNRS-UMR 7264. Il s'est spécialisé dans les études géomatiques (Système d'Information Géographique, télédétection, GPS, analyse spatiale). Il a travaillé dans de nombreux pays à travers le monde et en particulier durant les dix dernières années en Asie centrale (Turkménistan, Ouzbékistan), au Moyen-Orient (Syrie, Jordanie, Arménie), au Yémen et en Oman.

Contact : gourguen.davtian@cepam.cnrs.fr

Leurs descriptions devaient être des plus fidèles pour en faciliter l'accès à un auditoire, permettant ainsi d'en percevoir les principales caractéristiques sans en avoir été directement témoin et d'en estimer justement l'importance. Un événement est décrit par des détails caractéristiques tels que sa nature et son importance, la date à laquelle il s'est déroulé et le lieu permettant de le situer. La localisation était faite grâce à des noms de lieux, des références à des détails topographiques ou encore par le positionnement sur une carte plus ou moins détaillée.

De nombreuses sciences et technologies sont impliquées dans la production, la présentation, la diffusion et l'utilisation de données localisées : elles sont rassemblées sous la bannière de l'Information Géographique. Ses domaines d'action comprennent les techniques de saisie ou plus généralement de production, de mise en forme, de stockage, de présentation des données ainsi que les méthodes qui permettent leur utilisation, en particulier celles qui facilitent l'analyse d'un territoire.

Beaucoup d'informations circulant aujourd'hui sont dotées plus ou moins directement d'une composante géométrique. Sans les techniques de l'Information Géographique, les renseignements géométriques ne peuvent être mis à disposition aussi rapidement que le reste de la connaissance et les analyses peuvent se révéler incomplètes sans la prise en compte de relations de voisinage entre les éléments traités. Elle est donc appelée à être de plus en plus présente dans les circuits d'information. Le fait d'utiliser des informations dotées d'une composante géométrique permet la prise en compte à la fois des propriétés physiques ou descriptives d'éléments du territoire et des interactions entre entités, conséquences de leur proximité, de leur chevauchement ou de leur position relative.

QU'EST-CE QU'UN SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ?

Historiquement, les systèmes d'information ont été mis en œuvre pour gérer des informations de type documentaire ou de gestion. Les informations utilisées dans ces systèmes ne portaient pas d'information sur la localisation des objets autres que des renseignements tels qu'une adresse et exceptionnellement un couple de coordonnées dans des champs attributaires.

Les informations localisées munies d'une composante géographique étaient représentées de manière visuelle sur des cartes ou sur des plans. Les systèmes d'information utilisent les possibilités de traitement sur des éléments informatiques telles que les chaînes de caractères ou les valeurs numériques pour permettre des recherches ou des traitements sur des textes ou des valeurs. L'utilisation des propriétés géographiques (intersection, distance proximité, forme) demande une approche globale dans laquelle les propriétés sémantiques (traduites par des valeurs) sont utilisées conjointement avec des caractéristiques liées à la forme ou à la position des objets. Avant l'apparition des SIG ou de la géomatique, les opérations utilisant des fonctions de rapprochement géométrique ou de superposition de données étaient faites sur des supports papier (cartes ou plans) par des opérateurs qui interprétaient

la carte pour identifier les éléments utiles. Ces supports contiennent en général l'ensemble des éléments nécessaires à une approche correcte des problèmes. Cependant le support papier limite la quantité d'informations disponibles pour ne pas nuire à la visibilité de résultats : les fonctions de rapprochement topologique ou géométrique sont alors difficiles à mettre en œuvre.

Les cartes ont souvent un caractère très général et servent de référentiel à l'ensemble des acteurs territoriaux. Elles présentent les éléments du terrain susceptibles d'intéresser la majorité des utilisateurs. Lorsque ces derniers ont besoin de renseignements complémentaires ou lorsque la carte n'est pas suffisamment précise, ils demandent un levé sur le terrain qui leur fournit un plan actualisé. De même, le plan, aussi complet soit-il, limite les moyens d'analyses car il offre une approche principalement visuelle sans réelle possibilité de détermination des éléments chiffrés qui traduisent un phénomène. Les premiers logiciels de dessin assisté par ordinateur (DAO) ont permis de commencer à s'affranchir du support papier mais l'absence de données de référence disponibles obligeait à effectuer à chaque opération nouvelle la saisie des éléments topographiques. Les charges de saisie étaient importantes et mobilisaient des moyens conséquents, freinant ainsi leur emploi et indirectement leur développement. Ils étaient donc réservés aux projets qui justifiaient un tel investissement.

575

Le développement des systèmes d'information géographique a pris son essor lorsqu'il est apparu avantageux aux utilisateurs de données localisées de disposer d'un système de gestion à un coût accessible. La capitalisation des données, leur partage et leur réutilisation ont intéressé les utilisateurs qui manipulent énormément de plans et de données localisées dans leur travail quotidien et qui étaient souvent confrontés aux problèmes de mises à jour des supports et de la multiplicité des origines de données. La géomatique a répondu à leurs attentes en rassemblant toute l'information dans un seul système d'information permettant de gérer à la fois les renseignements attributaires et la composante géographique autour d'un référentiel partagé et à jour.

L'information géographique est souvent apparue dans un service moteur en la matière qui a constitué pour ses propres besoins son référentiel géographique et qui l'a partagé avec d'autres services ayant des besoins en données géographiques. Cela a évité la constitution de multiples référentiels incompatibles entre eux.

Les systèmes d'information géographique se sont constitués en permettant d'atteindre les objectifs de tout système d'information : rassembler, traiter et mettre à disposition de l'information. Mais ils ont aussi permis de travailler avec la composante géographique liée aux objets. Des techniques de visualisation et d'analyse ont été développées afin d'offrir de nouveaux services non réalisables avec des supports papier. L'information visuelle disponible sur les cartes et sur les plans a été complétée par des informations permettant d'évaluer concrètement des événements ou des situations.

PROJETS GÉOMATIQUES EN ASIE CENTRALE

Toute discipline scientifique active tend à évoluer et à adapter ses méthodes de travail, poussant toujours l'investigation de plus en plus loin. Ainsi, les méthodes d'investigation archéologique se développent constamment. En ce sens, les outils géomatiques constituent un apport pour la saisie, la gestion, l'analyse et la présentation d'informations culturelles issues de la recherche archéologique. Cette approche techno-méthodologique de certains outils autrefois inexistants est présente dans les missions françaises en Asie centrale où nous travaillons depuis 2004.

La Mission archéologique franco-turkmène (MAFTur)

Sur le site d'Ulug dépé à 170 km au sud-est d'Achgabat (cf. Lecomte ce volume), ce programme de prospections géomatiques, qui a débuté en septembre 2004, visait à mieux comprendre le développement dans la région des cultures à caractère urbain, afin de caractériser la civilisation de l'âge du bronze également appelée civilisation de l'Oxus, qui dépasse les limites de la bande de piémont du Kopet Dagh pour inclure la Margiane et la Bactriane.

Ces prospections et ces analyses spatiales menées à Ulug dépé (figures 1 à 3) et dans ses alentours apporteront des éclaircissements sur ce qu'il est convenu d'appeler « la crise de l'urbanisation », vers 1700-1500 av. JC, caractérisée par des transformations radicales dans l'occupation de l'espace et la culture matérielle, ainsi qu'une nette régression des échanges internationaux.

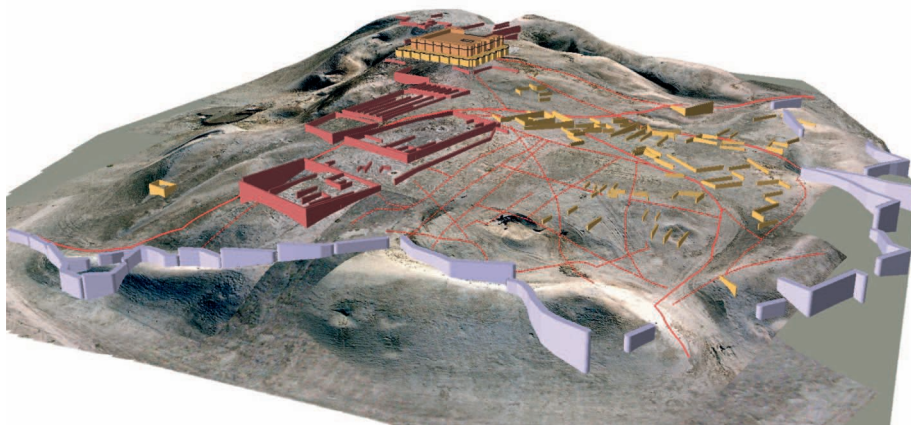


Figure 1 – Ulug dépé. Vue tridimensionnelle du site
[reconstitution d'après la prospection géo magnétique]



Figure 2 – Ulug dépe. Citadelle géomorphologique (photographie prise avec un cerf-volant).

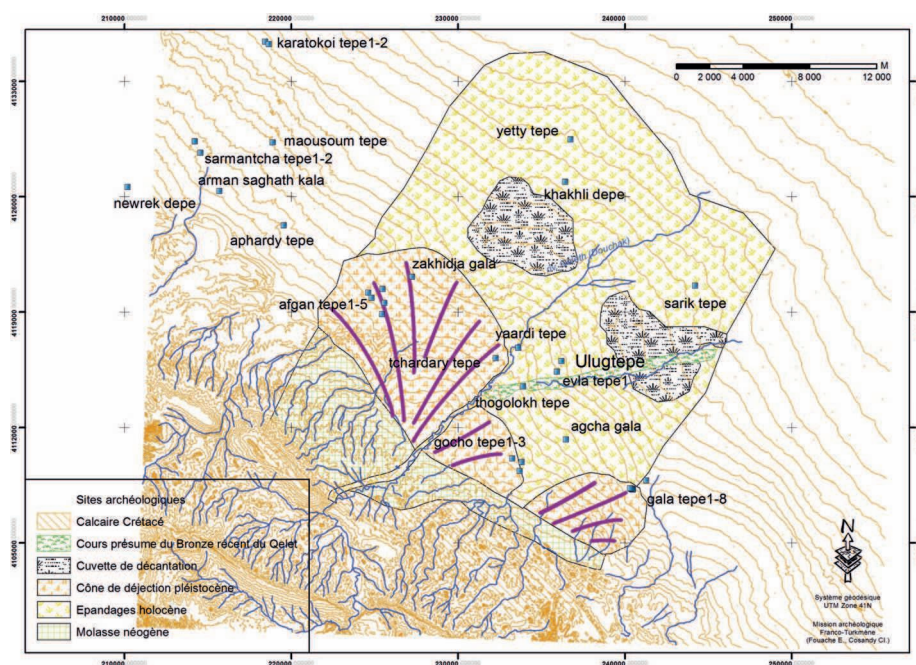


Figure 3 – Ulug dépe. Zone des prospections avec cartographie géomorphologique.

**Mission archéologique française Ajakagytm sur la néolithisation
en Asie centrale (MAFANAC) en Ouzbékistan**

La mission se déroule à sur le site d'Ajakagytm (figures 4 à 6) et ses alentours en Ouzbékistan central à 230 km à l'ouest de Samarkand (cf. Brunet, Hudžanazarov, Szymczak ce volume). Le processus de transformation du mode de vie des sociétés humaines, passage d'une économie de prédation (chasse, cueillette, pêche) à celle dite de production, basée sur la domestication de la flore et de la faune, s'accompagne en Asie centrale de modifications dans les domaines culturel (apparition ou disparition de cultures), technique (acquisition de nouveaux savoirs, etc.), social (clivage nomade/sédentaire) et symbolique (nouvelle relation homme/milieu naturel).

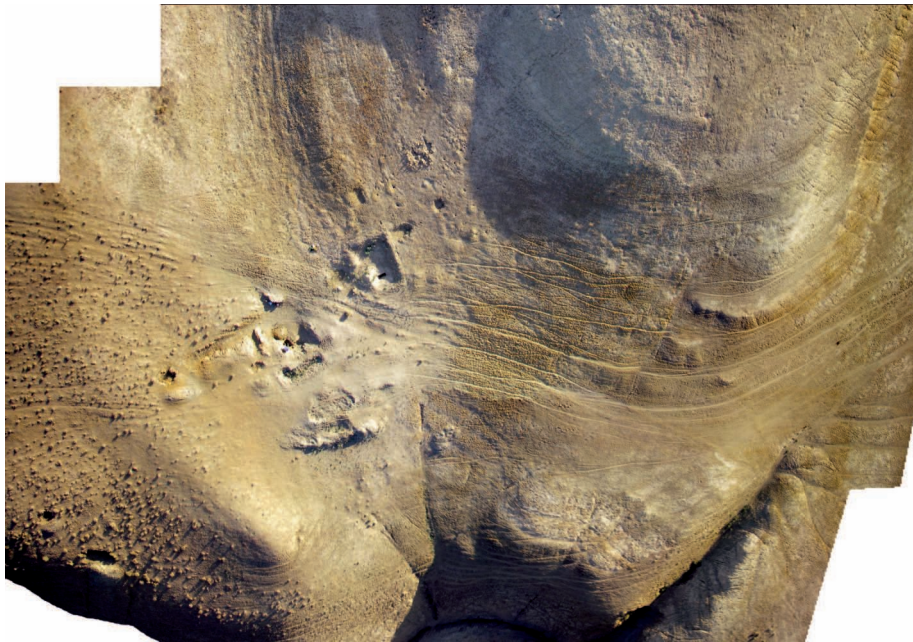


Figure 4 – Ajakagytm (photographie prise avec un cerf-volant).

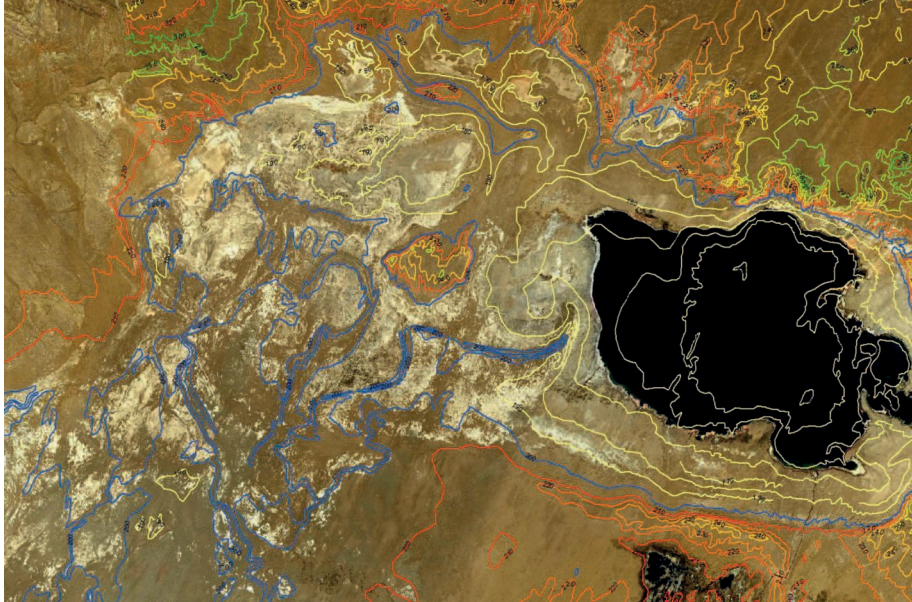


Figure 5 – Ajakagytma. Zone des prospections avec les courbes de niveaux.

579

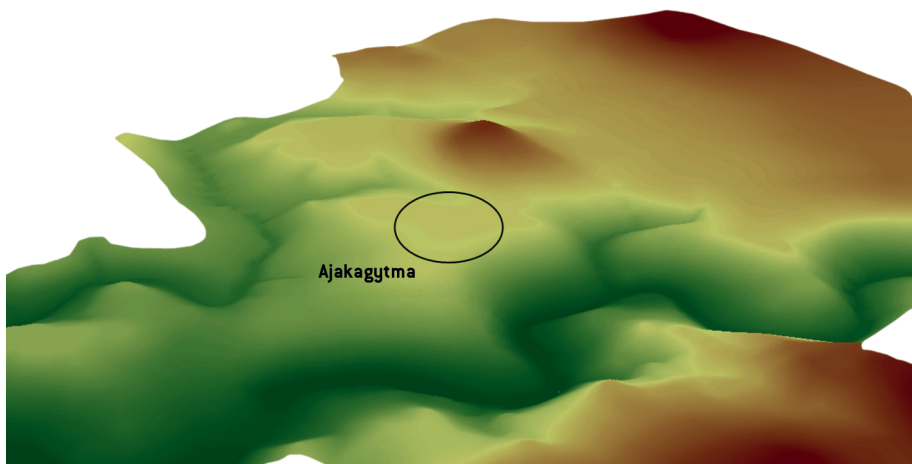


Figure 6 – Ajakagytma. Modèle numérique de Terrain du site et ses alentours.

La Mission archéologique franco-ouzbèke : Protohistoire en Ouzbékistan

Il s'agit des travaux sur le site de Dzharkutan dans la vallée du Surkhan-Daria (figures 7 à 9), qui est occupé aux âges du bronze et du fer ancien. Le site s'étend sur 20 ha à travers plusieurs buttes naturelles. Après plusieurs campagnes de fouilles, les grands bâtiments de l'établissement proto-urbain ont été fouillés (« citadelle », « temple » et « palais »), tandis que les vastes quartiers d'habitation à l'intérieur de la citadelle et autour n'ont été, malgré les vastes travaux, que très peu étudiés et publiés. Ce site important pour la compréhension de l'occupation protohistorique de la Bactriane septentrionale reste donc largement à exploiter et nous apportera sans doute des informations sur la genèse, l'évolution et la disparition de la culture de l'âge du bronze dans le contexte local et régional (figures 7 à 9).

580

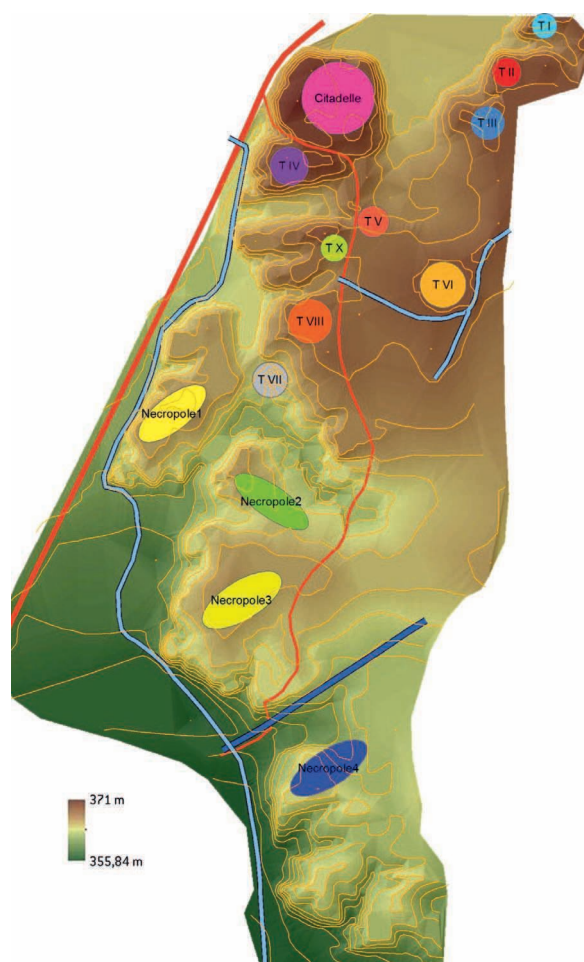


Figure 7 – Dzharkutan. Cartographie des zones de fouilles.



Figure 8 – Dzharkutan. Suivi quotidien des fouilles par cerf-volant.

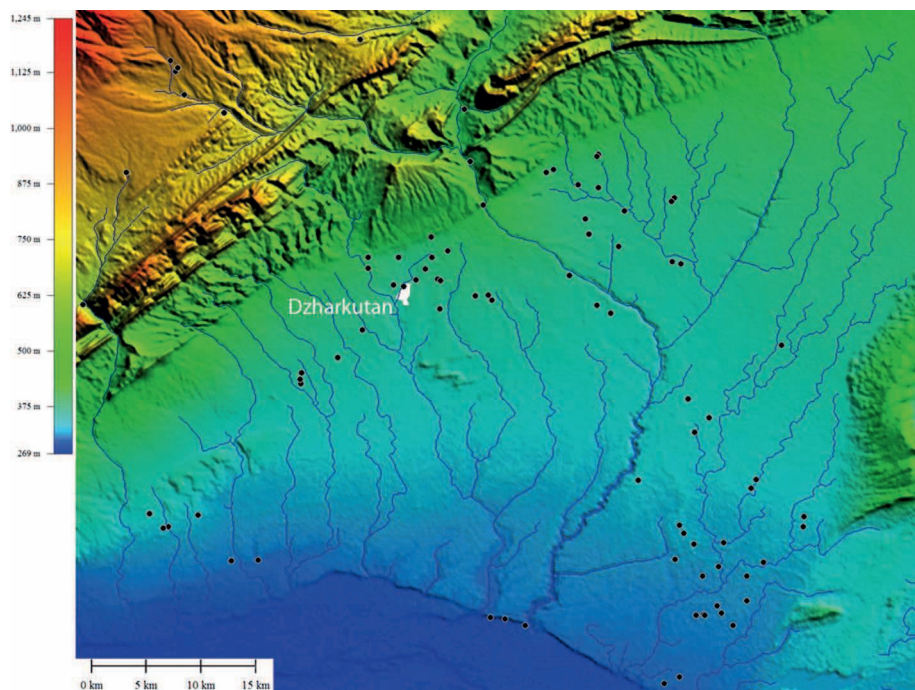


Figure 9 – Dzharkutan. Sites archéologiques autour du site (source : S. Stride).

Les outils géomatiques

Les outils géomatiques utilisés visent à mieux comprendre les modalités de ces changements, la chronologie et les caractéristiques de ces économies de production et de ces nouvelles traditions techniques et culturelles. Les facteurs responsables de ces processus constituent autant de points qu'il faut préciser pour cette région. L'objectif de ces missions est d'établir le cadre géographique et chronologique de l'ancien peuplement à partir de prospections géomatiques (GPS, mesures géodésiques, etc.), archéologiques et de ramassages de surface.

La télédétection, les technologies du GPS et du SIG constituent une bonne ressource de données d'analyse, qui peuvent enrichir la recherche pluridisciplinaire (archéologique, géologique et paléo-écologique). La capacité de documenter avec une grande précision les enregistrements archéologiques, mais aussi de rassembler, organiser et analyser des données spatiales, aurait été nettement réduite sans l'utilisation de ces technologies. Les techniques de gestion des données spatiales et de la prospection systématique à haute résolution permettent de rassembler des échantillons bien appropriés pour des analyses significatives. L'approche consiste à confronter les données archéologiques, anthropologiques et archéozoologiques collectées dans ces régions avec les données géomatiques et paléo-environnementales. Les traitements des images satellites et aériennes nous permettront de mieux comprendre les implantations des anciennes installations humaines et d'orienter nos futures prospections.

 582

Les projets géomatiques multi-scalaires, construits sous les logiciels ArcGIS10® d'ESRI (gestion des données et analyses vectorielles et cartographie automatique) et IDRISI® Salva Edition (analyses spatiales,) s'organisent autour d'une série de données acquises et intégrées dans le système :

- une base de données alphanumériques (ou attributaires) qui regroupe des informations archéologiques récoltées sur le terrain à l'aide d'un GPS différentiel (DGPS). Le système de positionnement global (GPS) offre d'importants moyens de navigation et peut être employé pour l'enregistrement d'informations spatiales avec une grande précision. Avec la correction différentielle, des positions sont cartographiées avec une précision de moins de 10 cm. Pour la prospection géomatique, nous avons utilisé le récepteur DGPS GeoExplorer XT de Trimble®, qui nous a permis non seulement d'enregistrer les nouvelles informations archéologiques et de vérifier les enregistrements précédents, mais aussi de prendre des « points d'amers » pour le géo-référencement de la base de données cartographiques construite pour ce projet ;
- une base de données cartographique – Modèle Numérique de Terrain (MNT), pentes, expositions, les images satellites LandsAT, Quickbird, les images aériennes récentes et anciennes et les photos de très haute précision réalisées à l'aide d'un cerf-volant.

Les données cartographiques (Modèle Numérique de Terrain, réseau hydrographique...) ont été créées à partir de différentes sources d'informations :

1. les images satellites ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer®) avec la résolution de 15 m, pour la construction du MNT sous le logiciel ERDAS Imagine® ;
2. les données de SRTM (The Shuttle Radar Topography Mission®) avec la résolution de 3" d'arc (90 m de résolution) ;
3. la digitalisation des cartes topographiques russes au 1:50000 et/ou 1:100000 ;
4. les relevés topographiques des sites.

Ces deux bases de données sont ensuite soumises à des traitements géomatiques.

LA RECHERCHE ARCHÉOLOGIQUE CONVENTIONNELLE ET L'APPORT DES SYSTÈMES D'INFORMATION ARCHÉOLOGIQUE

La préparation logistique d'une recherche archéologique varie selon le type de recherche à effectuer (ex : prospection, fouille, étude spécialisée, recherche documentaire, ...) et constitue la base de tout projet archéologique et géomatique. Pour effectuer un travail efficace sur le terrain, il faut rechercher et consulter les ressources déjà accessibles afin d'être documenté au mieux. Cela permet de préparer le travail à réaliser et d'élaborer une stratégie de documentations carto-graphiques et descriptives des éléments à observer sur le terrain.

Le concept de structuration des fichiers cartographiques est lié au développement des plans et des cartes (topographiques, site, niveaux, stratigraphie,...). Ces plans constituent la base de la localisation spatiale tridimensionnelle des vestiges et déterminent la précision des relevés et l'échelle des observations. Réalisés manuellement, ces plans demandent généralement un temps de conception assez long, selon l'envergure des éléments à cartographier.

Au niveau descriptif, il faut définir les éléments à observer (ex : vestiges, artefacts, sols, écofacts, typologies...). La structuration de ces données descriptives se fait généralement sur des fiches de résumé. Celles-ci permettent d'orienter les observations à réaliser sur le site, sur les sols qui le composent, les structures architecturales et les artefacts. Elles servent à uniformiser et à maximiser la qualité des observations à faire sur les différents vestiges et de la construction d'un Système de Gestion de Bases de Données Relationnel (SGBDR) pour le projet géomatique.

L'analyse des données recueillies renvoie à l'observation détaillée et à la compilation statistique afin d'interpréter et de comprendre la distribution spatiale des vestiges et leurs contextes culturels. Ces analyses permettent d'avoir une meilleure compréhension des modes de vie sur le site pendant une période déterminée. Les rapports de fouilles permettent de présenter et de diffuser les résultats liés au site.

Il y a plusieurs avantages à utiliser un système d'information géographique (SIG) en archéologie. Les SIG permettent de coupler les données descriptives et cartographiques, au moyen de modèles prédictifs ou encore d'analyse exploratoire des données, afin de gérer les ressources archéologiques ou d'effectuer des études de visibilité. Les SIG permettent de vérifier des hypothèses de recherche, d'en émettre de nouvelles et de représenter les résultats d'analyses spatiales de façon cartographique.

Deux types de problèmes se sont présentés lors du développement du SIG, il s'agit de la structuration des données et de l'utilisation du système. Ces problématiques sont donc liées à des aspects techniques d'utilisation des SIG.

Au niveau cartographique, les données numériques vectorielles sont plus faciles à mettre à jour que les données papier. Il est possible de superposer autant d'éléments qu'il y a de cartes dans le système. L'échelle et le système de coordonnées peuvent également être adaptés, et il y a plusieurs options de manipulation pour l'analyse cartographique.

Le développement d'un modèle numérique de terrain est aussi réalisé grâce à des applications SIG et constitue un apport à l'archéologie du paysage. En effet, la représentation tridimensionnelle d'un relief archéologique permet une nouvelle approche d'analyse visuelle. Les données produites par ce modèle peuvent ensuite être utilisées pour visualiser le terrain, de façon statique ou animée. L'utilisation des nouvelles technologies pour la présentation et la diffusion des informations archéologiques est également un apport. En effet, les technologies numériques permettent une diffusion des résultats à plus grande échelle et à moindre coût, par le biais d'un CD-Rom ou d'un site Internet (WebMapping).

CONCLUSION

Les projets géomatiques vont continuer à se développer et à évoluer (voir bibliographie générale). Leur évolution dépend d'un ensemble de caractéristiques SIG fondamentales, ainsi que des orientations de l'informatique et d'internet :

- le projet repose sur une approche privilégiant la base de données et son partage, orienté vers le développement des connaissances. Il est plus qu'une simple base de données. En plus des jeux de données, les utilisateurs SIG travaillent avec des cartes et des globes, des modèles de géo traitement et des schémas de bases de données SIG polyvalentes. Tous ces éléments seront documentés à l'aide de métadonnées pour faciliter la publication et le partage des connaissances géographiques;
- le projet a tendance à se fédérer et les connaissances géographiques à être partagées sur le web. Les utilisateurs vont également partager et copier les mises à jour entre systèmes; et le SIG est amené à se développer sur internet, tant en termes de complexité que de taux d'utilisation. Des fonctions de plus en plus distribuées feront partie intégrante d'une plate-forme SIG;

- les utilisateurs dépendront les uns des autres pour le partage et l'utilisation des informations. Le SIG distribué est beaucoup plus que la répartition de bases de données et de copies de jeux de données SIG. Il s'agira d'une véritable collaboration répartie de toutes les tâches SIG. Outre le partage des données et la publication SIG, les utilisateurs s'appuieront sur internet pour compiler, appliquer et gérer les connaissances géographiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALLEN (K. M. S.), GREEN (S. W.), ZUBROW (E. B. W.)

1990 *Interpreting Space: GIS and Archaeology*, London, Taylor and Francis.

BARGE (O.), RODIER (X.), DAVTIAN (G.), SALIGNY (L.)

2003 Information spatiale et archéologie, *Les Nouvelles de l'archéologie*, 94, p. 44-45.

2004 « L'utilisation des systèmes d'information géographique appliquée à l'archéologie française », *Revue d'archéométrie*, 28, p. 15-24.

BERGER (J.-Fr.), BERTONCELLO (Fr.), BRAEMER (Fr.), DAVTIAN (G.),

GAZENBEEK (M.) [dir.]

2005 *Temps et espaces de l'homme en société, analyses et modèles spatiaux en archéologie*, Actes des XXV^e Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, Antibes, CNRS-Cepam.

585

BERGERON (M.)

1993 *Vocabulaire de la géomatique*, Québec, Les publications du Québec.

JONES (C. B.)

1997 *Geographical information systems and computer cartography*, Edinburgh, Longman.

LOCK (G.), STANCIC (Z.)

1995 *Archaeology and geographical information systems*, London.

PORNON (H.)

1995 *Les SIG, mise en œuvre et applications*, Paris, Hermès.

WHEATLEY (D.), GILLINGS (M.)

2002 *Spatial technology and archaeology, the archaeological applications of GIS*, London.

ZANINETTI (J.-M.)

2005 *Statistiques spatiales : méthodes et applications géomatiques*, coll. Applications des SIG, Paris, Lavoisie.